



ELEMENTS FOR ENVIRONMENTAL ENRICHMENT FOR PREGNANT SOWS †

[ELEMENTOS PARA ENRIQUECIMIENTO AMBIENTAL DE CERDAS GESTANTES]

Guadalupe Espejo-Beristain¹, Pedro Paredes-Ramos²,
Concepción del Carmen Ahuja-Aguirre², Apolo Adolfo Carrasco-García²,
Fernando Naranjo-Chacón*¹ and Joanna Victoria Díaz-Morales²

¹Facultad de Ciencias Agrícolas, campus Xalapa, Universidad Veracruzana. Circuito Gonzalo Aguirre Beltrán s/n, Zona Universitaria, C.P. 91090, Xalapa de Enríquez, Ver., México. Email: gespejo@uv.mx, fnaranjo@uv.mx*

²Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana. Miguel Ángel de Quevedo s/n esq. Yáñez, Col. Unidad Veracruzana, C.P. 91710, Veracruz, Ver., México. Email: pparedes@uv.mx, cahuja@uv.mx, acarrasco@uv.mx, zs19019501@estudiantes.uv.mx

*Corresponding author

SUMMARY

Background: Animal welfare largely depends on their ability to cope with their environment. Absence has a negative impact on the health of animals and, consequently, on the profitability of a farm. In production pigs, the gestation stage is one of the most stressful periods, as the sow remains individually housed in a tight cage that limits their movement and behavior. One strategy that seems to improve the biological functioning of animals and reduce the negative effects of captivity is environmental enrichment (EE). This practice is rarely used on pig farms, and even less so during the gestation stage. **Objective:** To identify what type of items generate the most interest in pregnant sows, and the potential social and emotional advantages and disadvantages that their use could bring. **Methodology:** The study was carried out on a pig farm located in the state of Veracruz, Mexico. **Methodology:** Twenty pregnant sows (*Sus scrofa domestica*) were selected, which were exposed to the following EE elements: homemade feeding device (HFD), rope, hose, straw, coconut, and frozen fruit. Each sow was exposed to the different elements for a period of 30 minutes between 10:00 and 12:00 hours of the day, with the order of presentation being random, and the session was video-recorded for later analysis. The latencies and frequencies of the manipulation of each object, the vocalizations, and aggression towards the sows located in the adjacent cage were recorded. A one-way analysis of variance (ANOVA) and Tukey HSD post hoc test were used, where the significance value for all comparisons was $P < 0.05$. **Results:** Statistical differences were found in the manipulation of the elements, with the HFD followed by straw being the most frequently manipulated. Frozen fruit had a longer latency to the first manipulation compared to straw and HFD, which had shorter latencies compared to the other objects. **Implications:** This study demonstrates the benefits of EE in pregnant sows, highlighting its potential to improve animal welfare and reduce stress. Despite the limitation of the sample size, the results suggest that implementing these approaches on pig farms could optimize health and productivity, which justifies their adoption. **Conclusions:** Pregnant sows have preferences for certain materials and characteristics of the objects used as EE, so the selection of materials is a determining factor in the planning of a correct EE program for pregnant sows.

Key words: welfare; behavior; stress; stimulation.

RESUMEN

Antecedentes. El bienestar de los animales depende en gran medida de su capacidad para hacer frente al entorno en el que se encuentran. La ausencia tiene un impacto negativo sobre la salud de los animales y como consecuencia sobre la rentabilidad de una granja. En los cerdos de producción, la etapa de gestación es uno de los periodos más estresantes, ya que la cerda permanece alojada individualmente en una jaula ajustada que limita sus movimientos y su comportamiento. Una de las estrategias que parece mejorar el funcionamiento biológico de los animales y reducir los

† Submitted December 11, 2024 – Accepted February 16, 2025. <http://doi.org/10.56369/tsaes.6072>



Copyright © the authors. Work licensed under a CC-BY 4.0 License. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

ISSN: 1870-0462.

ORCID = G. Espejo-Beristain: <https://orcid.org/0000-0002-0207-9774>; P. Paredes-Ramos: <https://orcid.org/0000-0001-8096-5854>; C.C. Ahuja-Aguirre: <https://orcid.org/0000-0002-7699-4713>; A.A. Carrasco-García: <https://orcid.org/0000-0003-4738-1392>; F. Naranjo Chacón: <https://orcid.org/0000-0002-5895-3272>

efectos negativos del cautiverio es el enriquecimiento ambiental (EA). Esta práctica es poco utilizada en las granjas de cerdos y menos aún en la etapa de gestación. **Objetivo.** Identificar qué tipo de elementos generan mayor interés en las cerdas gestantes, y las potenciales ventajas y desventajas sociales y emocionales que podría acarrear su uso. **Metodología.** El estudio se realizó en una granja porcícola ubicada en el estado de Veracruz, México. **Metodología.** Se seleccionaron 20 cerdas (*Sus scrofa domestica*) gestantes, las cuales fueron expuestas a los siguientes elementos de EA: dispositivo casero de alimentación (DCA), sogá, manguera, paja, coco y fruta congelada. Cada cerda fue expuesta a los diferentes elementos por un periodo de 30 minutos entre las 10:00 y 12:00 horas del día, siendo aleatorio el orden de su presentación y la sesión fue videograbado para su posterior análisis. Se registraron las latencias y frecuencias de la manipulación de cada objeto, las vocalizaciones y la agresión hacia las cerdas ubicadas en la jaula adjunta. Se utilizó un análisis de varianza (ANOVA) de una vía y la prueba post hoc de Tukey HSD, donde el valor de significancia para todas las comparaciones fue de $P < 0,05$. **Resultados.** Se encontraron diferencias estadísticas en la manipulación de los elementos, siendo el DCA seguido de la paja los que se manipularon con mayor frecuencia. La fruta congelada tuvo mayor latencia a la primera manipulación en comparación con la paja y DCA, que tuvieron latencias más cortas en comparación con los demás objetos. **Implicaciones.** Este estudio demuestra los beneficios del EA en cerdas gestantes, destacando su potencial para mejorar el bienestar animal y reducir el estrés. A pesar de la limitación del tamaño de la muestra, los resultados sugieren que implementar estos enfoques en granjas porcinas podría optimizar la salud y productividad, lo que justifica su adopción. **Conclusiones.** Las cerdas gestantes tienen preferencias por ciertos materiales y características de los objetos utilizados como EA, por lo que la selección de materiales es un factor determinante en la planeación de un correcto programa de EA para cerdas gestantes. **Palabras claves:** bienestar; comportamiento; estrés; estimulación.

INTRODUCCIÓN

La producción de carne de cerdo es una de las principales actividades económicas del sector agropecuario en todo el mundo, dado que ésta es una de las fuentes de proteína animal para consumo humano que proporciona proteínas de alta calidad, varios micronutrientes prioritarios, es asequible y, en la mayoría de las sociedades, es culturalmente aceptable (Drewnowski, 2024; OECD, 2023). De acuerdo con cifras de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés), en el 2023 la producción de carne de cerdo a nivel mundial superó los 120 millones de toneladas, quedando por encima de la carne de bovino y ovino (OECD/FAO, 2023). Como resultado, su producción a gran escala se lleva a cabo en condiciones en las que se prioriza su aprovechamiento y poco se considera su bienestar a lo largo de la cadena productiva (Pedersen, 2018).

El principal objetivo de la producción de cerdos es su rentabilidad, que depende directamente de que los individuos ganen peso en el menor tiempo y con el menor costo posible. Por ello, sus sistemas de producción cuentan con alto grado de automatización para poder cubrir las necesidades de alimentación y confort, resultando un éxito para la industria al reducir los costos de producción, pero no así para el bienestar de los animales, que bajo estas condiciones experimentan múltiples carencias biológicas (Casal-Plana et al., 2017).

En este sentido, uno de los factores que más limita la garantía del bienestar animal (BA) a los cerdos bajo crianza intensiva es la reducción del espacio en el que se mantienen, y la incapacidad de éstos de expresar

comportamientos propios de su especie (Mellor, 2016; Wechsler, 2007). Estudios han mostrado que la carencia de estos factores está relacionada con trastornos del aparato locomotor, alteraciones en la alimentación, comportamientos indeseados e incluso en la reducción de parámetros productivos (Hallowell y Pierdon, 2022; Moustsen et al., 2011; Pan et al., 2022, Read et al., 2020; Yun et al., 2014).

Una de las condiciones más estresantes para los cerdos, particularmente en las hembras adultas, es el alojamiento individual (Anil et al., 2006; Thomsson et al., 2015). Sin embargo, en gran parte de los sistemas de producción porcina a nivel mundial las cerdas son alojadas de forma individual durante la mayor parte de la gestación y la lactancia, lo cual sugiere que están sujetas a mucho estrés (Barnett et al., 2001; Espejo-Beristain et al., 2022). Además, las jaulas donde las cerdas residen durante este periodo son de dimensiones reducidas (2.5 m largo x 0.80 m ancho), lo que limita sus movimientos a cambios de posición de acostada a parada, con movimientos de cabeza restringidos (Moustsen et al., 2011). Esto ocasiona lesiones de piel en torso y extremidades, así como estreñimiento por un tránsito intestinal lento (Rocha et al., 2023).

Una de las estrategias más utilizadas para reducir los efectos negativos del cautiverio en los animales es el enriquecimiento ambiental (EA) (Tatemoto et al., 2019). En términos generales, éste se refiere a la modificación del entorno donde habitan los animales, con el objetivo de mejorar su funcionamiento biológico mediante un incremento en las fuentes de estimulación sensorial y cognitiva, las cuales favorecen la expresión de comportamientos propios de su especie (Newberry y Wood-Gush, 1985). El EA tiene importantes beneficios para los animales,

incluyendo el reducir la frecuencia y aparición de comportamientos anormales, aumentar la diversidad conductual y la capacidad de los animales para hacerle frente al estrés, entre otros (Douglas *et al.*, 2012; Luo *et al.*, 2020; Merlot *et al.*, 2022; Veit *et al.*, 2016; Yang *et al.*, 2018).

Entre los tipos de EA más comunes se incluyen el social, el físico, el alimenticio, el sensorial y el ocupacional. Este último parece ser uno de los que mejor efecto tiene sobre la capacidad de los animales para hacerle frente al estrés, ya que aumenta la diversidad conductual y el tiempo de juego (Daigle *et al.*, 2014; Ninomiya, 2019; Oesterwind *et al.*, 2016; Paredes-Ramos *et al.*, 2014). El enriquecimiento ocupacional tiene como objetivo provocar interés exploratorio en el animal a través de la presentación de objetos que el individuo puede manipular y accionar para obtener un beneficio como alimento, juguetes o herramientas (Young, 2013).

Dado que en cautiverio los animales tienen una pobre diversidad de estímulos sensoriales (olores, sonidos, objetos), el enriquecimiento ocupacional suele acompañarse de diferentes texturas, sabores, formas y colores, lo que aumenta en el animal el uso de sus sentidos (Wang *et al.*, 2018).

Estudios en ambientes controlados indican que el EA tiene importantes beneficios para los animales de producción, incluyendo los cerdos. Cerdos expuestos a EA exhiben un menor número de comportamientos anormales comparado con cerdos sin enriquecimiento (Oostindjer *et al.*, 2011). Asimismo, cerdos que reciben EA aumentan la expresión de estados emocionales positivos asociados con un estado de bienestar (Douglas *et al.*, 2012), tienen mejor respuesta inmunológica (Luo *et al.*, 2020), y muestran niveles más bajos de cortisol (Espejo *et al.*, 2023; Tatemoto *et al.*, 2019), lo que sugiere una menor actividad de la respuesta fisiológica de estrés.

A pesar de los beneficios del EA en los cerdos y de la complicada situación que experimentan las cerdas durante la gestación y lactancia, poco se sabe sobre cuáles elementos son los más apropiados para proveer una adecuada estimulación o enriquecimiento a individuos de estas características. Por lo tanto, el objetivo del estudio fue identificar qué tipo de elementos generan mayor interés en las cerdas gestantes, y las potenciales ventajas y desventajas sociales y emocionales que podría acarrear su uso.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de estudio y ética

El estudio se realizó en una granja porcina de ciclo completo, semitecnificada y de flujo continuo, cuyo fin

zootécnico es la producción de cerdos en pie, ubicada en el municipio de Emiliano Zapata, en el estado de Veracruz, México, localizada a 165 m de altitud sobre el nivel del mar. El clima del área de estudio es subtropical con temperatura anual promedio de 25.2 °C y precipitación anual de 2700 mm (García, 2004).

El uso de animales y los procedimientos a los que fueron sometidos durante el estudio fueron aprobados por la Comisión de Bioética y Bienestar Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia - Universidad Veracruzana (No. 006/24).

Animales y manejo

Se utilizaron 20 cerdas (*Sus scrofa domestica*), Yorkshire/Landrace F1 con 3 a 4 partos y condición corporal de 3.5 a 4 en escala de 5 puntos (1 = delgada y 5 = obesa; (Gadd, 2011)). Al inicio del estudio las cerdas tenían 85 días de gestación y estaban alojadas dentro de jaulas individuales de 2.5 m largo x 0.80 m ancho, equipadas con un bebedero y un comedero semiautomático. Su alimentación consistió en 2.5 kg de concentrado (soya, sorgo o maíz, vitaminas, minerales y algunos aditivos) por cerda al día, distribuido en dos raciones.

Todas las cerdas fueron sometidas a un manejo sanitario preventivo consistente en la vacunación contra las principales enfermedades bacterianas (*Actinobacillus pleuropneumoniae*, *Mycoplasma suis*, *Haemophilus parasuis*, *Salmonella spp.*, *Leptospira spp.* y *Erysipelothrix rhusiopathiae*) y virales (*Parvovirus porcino* y *virus del síndrome respiratorio y reproductivo porcino*), enfermedades de gran relevancia en la producción porcina. El esquema de vacunación se llevó a cabo al inicio del último tercio de la gestación, aproximadamente en el día 80, con el objetivo de garantizar la salud de las cerdas y prevenir enfermedades que puedan afectar el desarrollo de la gestación y la viabilidad de las crías.

Objetos de enriquecimiento

Como EA fueron utilizados seis objetos hechos de materiales distintos que cumplieron con tres criterios: 1) bajo precio, 2) fácil de conseguir en la zona y 3) no representaban peligro para los animales (heridas, atragantamiento, etc.). Algunos objetos utilizados fueron adquiridos comercialmente, mientras que otros fueron elaborados por los autores. Las características de los estímulos empleados se describen a continuación:

Dispositivo casero de alimentación (DCA): fabricado por los autores utilizando un tubo de policloruro de vinilo (PVC) de 4 pulgadas de diámetro y 50 cm de longitud, con 16 orificios de 1 cm³ distribuidos de forma uniforme. Los extremos fueron cerrados a

presión con tapas de PVC y el tubo se fijó a la jaula mediante una varilla de metálica que lo atravesaba de forma longitudinal, evitando desplazamientos y permitiendo su rotación al ser manipulado por la cerda. Cada DCA fue relleno con 100 g de alimento pre-iniciador para lechones y empleado como estímulo, debido a sus características organolépticas. Se colocó un DCA por jaula.

Soga: se usaron tres trozos de 20 cm de soga de polipropileno-poliéster de 6 mm atados entre sí y fijados por un extremo a la jaula.

Manguera: se unieron tres segmentos de 30 cm de tubo de plástico tipo manguera de 1 pulgada con una soga de algodón de 40 cm, con la que fueron atados a la jaula.

Paja: se proporcionaron 300 g de paja de pasto pangola (*Digitaria decumbens*) cortada en trozos de 5 cm de longitud que se colocaron en el piso.

Coco: se usó un coco (*Cocos nucifera*) recién cortado por cada jaula, partido por mitad, a cada mitad se le hizo una perforación en uno de los extremos para atravesar una cuerda de 40 cm de largo con la que se colgó de la jaula.

Fruta congelada: se utilizaron 600 gramos de una mezcla de fresas, manzanas, zanahorias y brócoli frescos, cortados en cubos de 1 a 3 cm³. Los trozos se colocaron en una cubeta de plástico con capacidad de 500 ml, a la que se añadieron 200 ml de agua antes de ser congelada. Una vez solidificado, el bloque de fruta se dejó a temperatura ambiente durante 10 minutos y luego se colocó en la jaula de cada cerda.

Todos los objetos ofrecidos, con la excepción de la fruta congelada y la paja, se colocaron dentro de la jaula en la parte delantera a 80 cm sobre el piso. Las cerdas fueron expuestas a los objetos de EA solo durante los períodos de evaluación y no se reutilizaron con diferentes cerdas para evitar la contaminación.

Análisis comportamental y estadístico

El estudio se llevó a cabo durante seis días consecutivos, entre abril y junio. Cada cerda fue expuesta, en un horario de 10:00 a 12:00 horas, a uno de los seis elementos distintos por un periodo de 30 minutos. El orden de presentación de los estímulos varió para cada cerda y se asignó de forma aleatoria. Las sesiones fueron videograbadas con cámaras (Panasonic HC-V130, Full HD) para su posterior análisis. Para determinar cuáles elementos generaban mayor interés y motivación en las cerdas, se registraron y compararon la frecuencia y latencia de la manipulación de cada objeto, las vocalizaciones y las

agresiones hacia las cerdas en las jaulas adyacentes. Por último, se comparó la duración total de manipulación de cada elemento proporcionado. Para identificar diferencias significativas, se utilizó el paquete estadístico STATISTICA versión 10, con un análisis de varianza (ANOVA) de una vía, y la prueba post hoc de Tukey HSD. El valor de significancia para todas las comparaciones fue de $P < 0.05$.

RESULTADOS

Hubo diferencias significativas en la frecuencia de manipulación de los elementos ($F(5, 114) = 28.94$, $p < 0.05$), siendo el DCA el más utilizado de los elementos proporcionados como EA, seguido por la paja (Figura 1). En ambos casos la frecuencia de manipulación de estos fue mayor, comparado con el resto.

Con respecto a la latencia a la primera manipulación, hubo diferencia significativa ($F(5, 114) = 3.255$, $p < 0.01$). Mientras que la fruta congelada tuvo la mayor latencia comparado con el resto de los elementos, la paja y el DCA tuvieron las latencias más cortas, y no se observaron diferencia entre coco, manguera y soga (Figura 2).

Se observó diferencia en la frecuencia de vocalizaciones durante el uso de los diferentes elementos proporcionados como EA ($F(5, 114) = 6.42$, $P < 0.05$). La prueba *post hoc* indicó que la fruta congelada y el DCA generó un mayor número de vocalizaciones comparado con el resto de los elementos (Figura 3). El análisis de la latencia a la primera vocalización también mostró diferencias significativas ($F(5, 114) = 6.85$, $p < 0.001$), indicando que la primera vocalización ocurrió en menor tiempo cuando las cerdas fueron expuestas a la fruta comparado con el resto de los elementos. Además, la latencia de vocalizaciones durante el uso de la paja y el coco fue mayor que con el resto, y no se observaron diferencias entre el DCA, manguera y soga (Figura 4).

Con respecto a la frecuencia de agresiones, se observaron diferencias significativas ($F(5, 114) = 2.44$, $p < 0.05$), las cerdas expresaron mayor número de agresiones hacia las otras cerdas cuando fueron expuestas al DCA en comparación con la fruta, la manguera y la soga (Figura 5). No se observaron diferencias en la latencia de agresiones ($F(5, 114) = 0.88$, $p > 0.05$).

Finalmente, el análisis de la duración de manipulación del EA identificó diferencias significativas ($F(5, 114) = 15.14$, $p < 0.001$). La prueba post hoc indicó que la duración en la manipulación de la paja y del DCA fue mayor que el resto de los elementos, mientras que la fruta obtuvo el menor tiempo de uso (Figura 6).

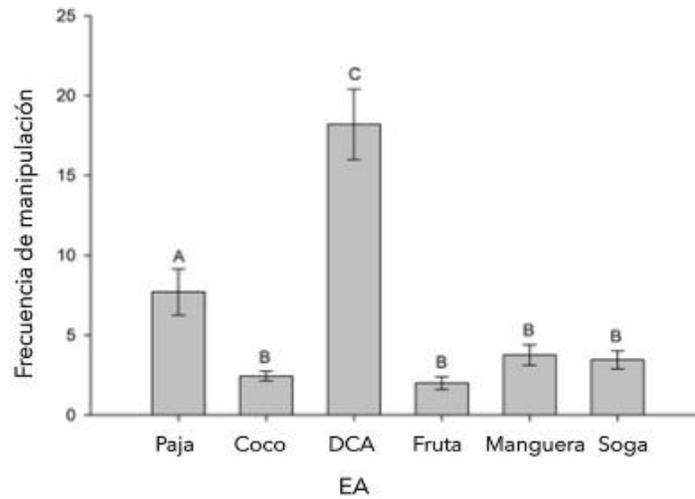


Figura 1. Frecuencia de manipulación, número de veces que las cerdas interactuaron con el objeto proporcionado como enriquecimiento ambiental (EA). Letras diferentes indican diferencia estadística ($p < 0.05$).

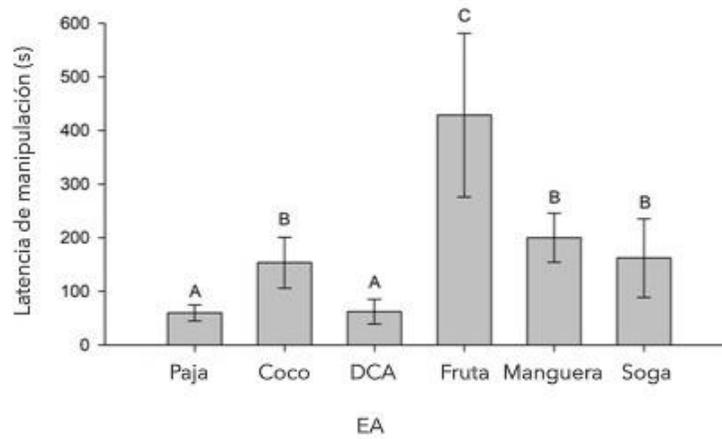


Figura 2. Latencia de manipulación, tiempo en segundos que las cerdas tardaron en manipular por primera vez el objeto proporcionado como enriquecimiento ambiental (EA). Letras diferentes indican diferencia estadística ($P < 0.05$).

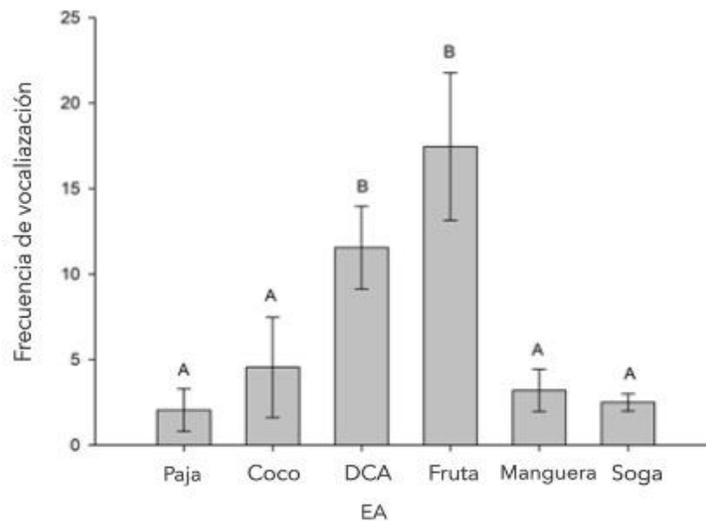


Figura 3. Frecuencia de vocalización, número de veces que las cerdas vocalizaron durante su exposición a los diferentes estímulos para enriquecimiento ambiental (EA). Letras diferentes indican diferencia estadística ($p < 0.05$).

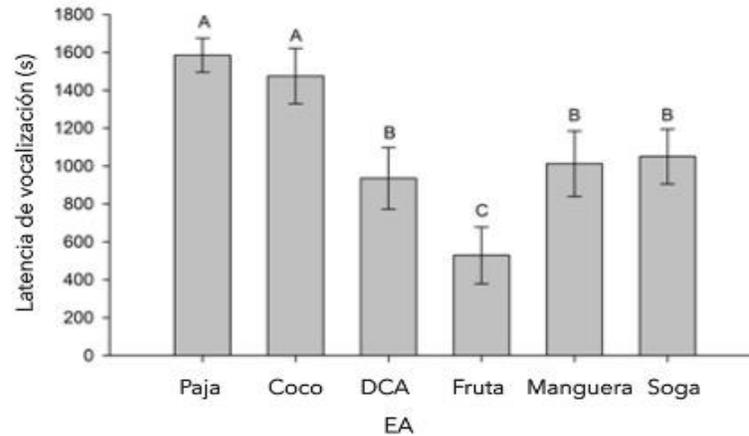


Figura 4. Latencia de vocalización, tiempo en segundos que las cerdas tardaron en emitir la primera vocalización cuando fueron expuestas a los objetos de enriquecimiento ambiental (EA). Letras diferentes indican diferencia estadística ($P < 0.05$).

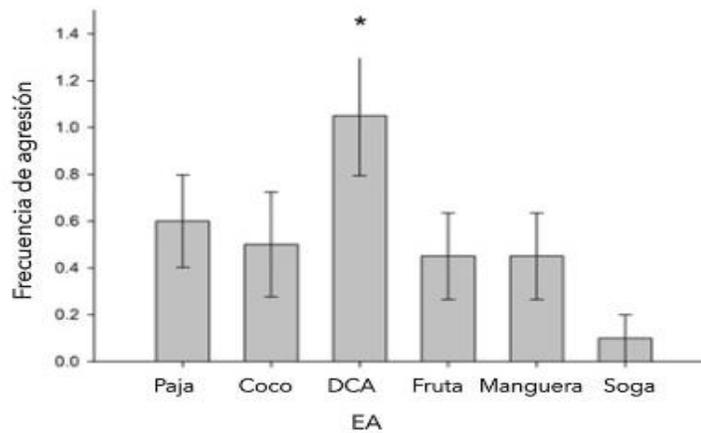


Figura 5. Frecuencia de agresión, número de agresiones emitidas por las cerdas hacia aquellas alojadas en las jaulas de ambos lados y con elementos proporcionados como enriquecimiento ambiental (EA). * Indica diferencia estadística ($p < 0.05$).

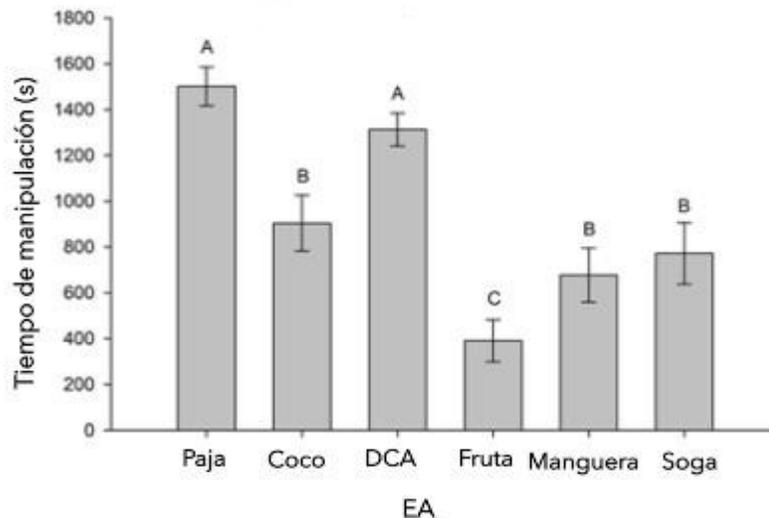


Figura 6. Tiempo de manipulación en segundos, durante el cual las cerdas manipularon los elementos proporcionados como enriquecimiento ambiental (EA). Letras diferentes indican diferencia estadística ($p < 0.05$).

DISCUSIÓN

En este estudio se identificó la reacción de cerdas gestantes a los diferentes elementos ofrecidos como EA, que pudieran sugerir una preferencia sensorial y ocupacional, y que, en consecuencia, los hiciera recomendables para un programa de EA. El DCA y la paja fueron los elementos con menor latencia a la primera manipulación y los más utilizados, lo cual indica que generan mayor interés en las cerdas gestantes, por lo que, de todos los elementos utilizados en este estudio, estos parecen ser los más adecuados para incluirse en un programa de EA para cerdas en condiciones similares.

Es importante aclarar que en el momento en el que los elementos fueron ofrecidos a las cerdas, los comederos de las jaulas aún contenían alimento, lo que indica que su atracción hacia dichos elementos no estaba necesariamente relacionada con el hambre, sino con aspectos como la exploración, la novedad, el forrajeo y la capacidad de expresar comportamientos propios de su especie.

Los resultados del estudio sugieren que la atracción de las cerdas hacia los elementos ofrecidos no estaba necesariamente relacionada con el hambre, ya que los comederos de las jaulas aún contenían alimento en el momento de la exposición. Esto indica que su interés podría estar motivado por otros factores, como la exploración, la novedad, el forrajeo y la posibilidad de expresar comportamientos naturales propios de su especie. De acuerdo con Wechsler (2007), estos factores desempeñan un papel fundamental en el bienestar animal, al permitir que los cerdos manifiesten conductas inherentes a su naturaleza.

En granjas intensivas, los cerdos reciben una dieta diseñada para cubrir todos sus requerimientos según su etapa productiva. Sin embargo, las características físicas y, posiblemente, organolépticas de la presentación del alimento no les permiten expresar comportamientos naturales como hojar, olfatear y seleccionar (De Jonge *et al.*, 2008; Pedersen, 2018). Diversos estudios han demostrado que el uso de paja y otros pastos como fuente de alimentación o enriquecimiento ambiental favorece una mayor diversidad conductual y contribuye a la reducción del estrés en los cerdos (Studnitz *et al.*, 2007; Van de Weerd y Day, 2009).

Esto probablemente se debe a que la paja se ajusta más al repertorio de comportamientos naturales del cerdo, como la búsqueda de alimento y la exploración, que son actividades altamente conservadas en los cerdos (Tatemoto *et al.*, 2019). A pesar de ello, este tipo de EA ha dejado de ser usados en muchas granjas debido a que pueden ocasionar estancamiento de excretas e incluso bloquear el desagüe y drenaje cuando es

arrastrado por el agua durante la limpieza de las jaulas (Day *et al.*, 2008; Van de Weerd y Day, 2009). Por este motivo, otra opción es utilizar objetos individuales o juguetes, conocidos como "enriquecimiento puntual", en lugar de sustratos de enraizamiento en sistemas de suelos enrejados (Smith y Pierdon, 2024).

En el presente estudio, las cerdas mostraron mayor interés por el DCA y por la paja que por las demás opciones. Esto sugiere que el DCA podría aportar los beneficios observados con el uso de la paja, sin las desventajas de obstruir los desagües. Adicionalmente, el DCA tiene un bajo costo, es lavable y fácil de desinfectar, lo que permite su reutilización. No obstante, el uso del DCA incrementó el número de agresiones hacia las cerdas colindantes, lo que sugiere que genera territorialidad, competitividad y comportamiento agonista. Por lo tanto, si se usa en individuos alojados de forma grupal o sin supervisión humana podría provocar agresión o lesiones que afecten su salud y bienestar. Por ello, el uso del DCA como EA debería limitarse a individuos alojados de forma individual, como es el caso de las cerdas durante el periodo de gestación y lactancia.

El análisis de la respuesta conductual de las cerdas también permitió identificar los elementos que les resultaron menos atractivos y que incluso sugieren una respuesta emocional negativa. En este sentido, aunque la frecuencia de manipulación del coco, sogas, manguera y fruta congelada fue similar, el análisis de variables como el tiempo de manipulación, así como la latencia y frecuencia de vocalización sugieren que la fruta congelada es el elemento menos atractivo para las cerdas, esto debido quizá a que su baja temperatura resultó desagradable o incluso dolorosa para el hocico de los animales (Schild y Rørvang, 2023).

Los mamíferos generalmente tienen nocicepción similar en diferentes especies, y es seguro asumir que los eventos que son dolorosos en los humanos se experimentan de manera similar en otros mamíferos (Peterson *et al.*, 2017). Además, el hocico del cerdo es un órgano altamente sensible y desarrollado, con un bulbo olfatorio que está conectado al sistema límbico (las áreas del cerebro que controlan las emociones, los instintos y la memoria), al que se ha denominado el "cerebro-nariz" y que está íntimamente relacionado en las respuestas conductuales (Schild y Rørvang, 2023). En los cerdos las vocalizaciones pueden aparecer en múltiples contextos emocionales, tanto positivos como negativos (Leliveld *et al.*, 2016). Por ejemplo, durante el reconocimiento social (Melišová *et al.*, 2011, Weary y Fraser, 1995), jerarquización (Drake *et al.*, 2008), alimentación (Jensen y Algers, 1984; Newberry y Wood-Gush, 1985), cuando el animal experimenta dolor (Leslie *et al.*, 2010, Weary *et al.*, 1998), y durante el aislamiento social (Herskin y Jensen, 2000; Marchant *et al.*, 2001). La mayor frecuencia de

vocalizaciones para la fruta congelada podría deberse a que su baja temperatura y consistencia dura impidiera que los animales la consumieran de inmediato y que en consecuencia vocalizaran más como resultado de frustración.

Sin embargo, el DCA también incrementó el número de vocalizaciones. Aunque esto podría parecer contradictorio, es importante mencionar que, dado que en este estudio se consideró como vocalización a cualquier sonido emitido por las cerdas durante su exposición a los estímulos, no fue posible determinar si el sonido emitido por las cerdas en contextos particulares reflejaba un estado emocional positivo, como la recompensa por comer en el DCA, o uno negativo, como el dolor o frustración por tener contacto con el hielo de la fruta congelada. En futuros estudios deberán caracterizarse las vocalizaciones de los cerdos según su contexto para mejorar nuestro entendimiento sobre su significado, y su posible uso como indicadores de estrés o de bienestar, ya que hasta el momento son limitado (Cordeiro *et al.*, 2013).

Es necesario mejorar el entendimiento de las necesidades biológicas del cerdo y explorar formas en que se pueden impactar positivamente sus condiciones de vida durante la cadena productiva, entre las que se debería contemplar el uso de diversos elementos como elementos de EA, evaluando su efecto sobre la capacidad de los cerdos para lidiar con el estrés, con las limitantes sociales y espaciales y para su bienestar. Ya que los estudios en cerdas gestantes, solo se han limitado al EA físico (Lopes *et al.*, 2023), utilización de paja (Tatemoto *et al.*, 2019) y estimulación sensorial auditiva (Mendes *et al.*, 2024).

CONCLUSIÓN

Los hallazgos de este estudio muestran que las cerdas gestantes tienen claras preferencias por ciertos materiales y características de los objetos utilizados como EA, por lo que la selección de materiales es un factor determinante en la planeación de un correcto programa de EA para cerdas gestantes. Además, plantea nuevas perspectivas para el desarrollo de estrategias de EA más efectivas y personalizadas para los cerdos. Por lo cual, sería interesante investigar si las preferencias por los materiales de enriquecimiento varían según la edad, la raza o el historial individual de los animales. Asimismo, explorar el impacto del enriquecimiento sobre la calidad de la carne y la productividad podría tener importantes implicaciones para la industria porcina.

Agradecimientos.

Los autores agradecen al grupo PRODASINCO y especialmente a la granja “Piedra Negra” así como al personal encargado de las diferentes áreas del sistema de producción, por su contribución para la realización

del experimento en este sitio y por el cuidado de los animales.

Declaración de financiamiento. Esta investigación no recibió ningún subsidio de agencias de financiación de los sectores públicos, comerciales o sin fines de lucro.

Declaración de conflicto de interés. Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

El cumplimiento de las normas éticas. La Comisión de Bioética y Bienestar Animal hace constar que examinó y aprobó el trabajo de investigación titulado: “Elementos para enriquecimiento ambiental de cerdas gestantes”, por considerar que todos los procedimientos experimentales que se utilizaron en los animales fueron realizados de acuerdo al Reglamento Interno de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Veracruzana (Apartado de Bienestar Animal, Título VII capítulos I, II, III, IV, artículos del 92 al 124), No. 006/24.

Disponibilidad de los datos. Los datos están disponibles con: G Espejo-Beristain, gespejo@uv.mx

Declaración de contribución del autor (CRediT). **G. Espejo-Beristain**-Investigación, Metodología, Administración del proyecto, Validación., **P. Paredes-Ramos**-Recursos, Adquisición de recursos, Administración del proyecto., **C.C. Ahuja-Aguirre**-Análisis formal, Redacción-revisión y edición, Supervisión., **A.A. Carrasco-García**-Conceptualización, Revisión, Recursos., **F. Naranjo-Chacón**-Administración del proyecto, Supervisión, Validación., **J.V. Díaz-Morales**-Administración del proyecto, Investigación, Validación.

REFERENCES

- Anil, L., Anil, S.S., Deen, J. and Baidoo, S.K., 2006. Cortisol, behavioral responses, and injury scores of sows housed in gestation stalls. *Journal of Swine Health Production*, 14, pp. 196-201. <https://www.aasv.org/shap/issues/v14n4/v14n4p196.pdf>
- Barnett, J.L., Hemsforth, P.H., Cronin, G.M., Jongman, E.C. y Hutson, G., 2001. A review of the welfare issues for sows and piglets in relation to housing. *Australian Journal of Agricultural Research*, 52, pp. 1-28. <https://doi.org/10.1071/AR00057>
- Casal-Plana, N., Manteca, X., Dalmau, A. and Fàbrega, E., 2017. Influence of enrichment material and herbal compounds in the behaviour and performance of growing pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, 195, pp.

- 38-43.
<https://doi.org/10.1016/j.applanim.2017.06.002>
- Cordeiro, A.F.D.S., Nääs, I.D.A., Oliveira, S.R., Violaro, F., Almeida, A.C.D. and Neves, D.P., 2013. Understanding vocalization might help to assess stressful conditions in piglets. *Animals*, 3, pp. 923-934. <https://doi.org/10.3390/ani3030923>
- Daigle, C.L., Rodenburg, T.B., Bolhuis, J.E., Swanson, J.C. and Siegford, J.M., 2014. Use of dynamic and rewarding environmental enrichment to alleviate feather pecking in non-cage laying hens. *Applied Animal Behaviour Science*, 161, pp. 75-85. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2014.10.001>
- Day, J.E., Van De Weerd, H.A. and Edwards, S.A., 2008. The effect of varying lengths of straw bedding on the behaviour of growing pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, 109, pp. 249-260. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2007.02.006>
- De Jonge, F.H., Tilly, S.-L., Baars, A.M. and Spruijt, B.M., 2008. On the rewarding nature of appetitive feeding behaviour in pigs (*Sus scrofa*): do domesticated pigs contrafreeload? *Applied Animal Behaviour Science*, 114, pp. 359-372. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2008.03.006>
- Douglas, C., Bateson, M., Walsh, C., Bédué, A. and Edwards, S.A., 2012. Environmental enrichment induces optimistic cognitive biases in pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, 139, pp. 65-73. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2012.02.018>
- Drake, A., Fraser, D. and Weary, D.M., 2008. Parent-offspring resource allocation in domestic pigs. *Behavioral Ecology Sociobiology*, 62, pp. 309-319. <https://doi.org/10.1007/s00265-007-0418-y>
- Drewnowski, A., 2024. Perspective: The Place of Pork Meat in Sustainable Healthy Diets. *Advances in Nutrition*, 15, pp. 100213. <https://doi.org/10.1016/j.advnut.2024.100213>
- Espejo-Beristain, G., Ahuja-Aguirre, C., Carrasco-García, A.A., Hernandez-Cruz, B. and Paredes-Ramos, P., 2022. Environmental enrichment for primiparous and multiparous pregnant sows and its effect on cortisol and behavior at farrowing and production parameters at weaning. *Livestock Science*, 265, pp. 105103. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2022.105103>
- Espejo, G., Paredes-Ramos, P., Ahuja-Aguirre, C., Carrasco, A. and Naranjo, F., 2023. Efecto del enriquecimiento ambiental en cerdas gestantes sobre su comportamiento al parto y concentraciones de cortisol. *Informacion Tecnica Economica Agraria*, 119, pp. 19-29. <https://doi.org/10.12706/itea.2022.004>
- Gadd, J. 2011. *Modern pig production technology: a practical guide to profit*, Nottingham University Press.
- García, E. 2004. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Hallowell, A. and Pierdon, M., 2022. Effects of lameness on productivity and longevity for sows in pen gestation. *Journal of Swine Health Production*, 30, pp. 223-229. <https://www.aasv.org/shap/issues/v30n4/v30n4p223.pdf>
- Herskin, M.S. and Jensen, K.H., 2000. Effects of different degrees of social isolation on the behaviour of weaned piglets kept for experimental purposes. *Animal Welfare*, 9, pp. 237-249. <https://doi.org/10.1017/S0962728600022727>
- Jensen, P. and Algers, B., 1984. An ethogram of piglet vocalizations during suckling. *Applied Animal Ethology*, 11, pp. 237-248. [https://doi.org/10.1016/0304-3762\(84\)90030-0](https://doi.org/10.1016/0304-3762(84)90030-0)
- Leliveld, L.M.C., Döpjan, S., Tuchscherer, A. and Puppe, B., 2016. Behavioural and physiological measures indicate subtle variations in the emotional valence of young pigs. *Physiology & Behavior*, 157, pp. 116-124. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2016.02.002>
- Leslie, E., Hernández-Jover, M., Newman, R. and Holyoake, P., 2010. Assessment of acute pain experienced by piglets from ear tagging, ear notching and intraperitoneal injectable transponders. *Applied Animal Behaviour Science*, 127, pp. 86-95. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2010.09.006>
- Lopes, M., Clouard, C., Chambeau, J., Brien, M., Villain, N., Gérard, C., Héroult, F., Vincent, A., Louveau, I. and Resmond, R., 2023. 10. Impact of environmental enrichment of

- pregnant sows on their behavior and the transcriptional response of their blood immune cells. *Animal-science proceedings*, 14, pp. 661. <https://doi.org/10.1016/j.anscip.2023.06.012>
- Luo, L., Jansen, C.A., Bolhuis, J.E., Arts, J.A., Kemp, B. and Parmentier, H.K., 2020. Early and later life environmental enrichment affect specific antibody responses and blood leukocyte subpopulations in pigs. *Physiology Behavior*, 217, pp. 112799. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2020.112799>
- Marchant, J.N., Whittaker, X. and Broom, D.M., 2001. Vocalisations of the adult female domestic pig during a standard human approach test and their relationships with behavioural and heart rate measures. *Applied Animal Behaviour Science*, 72, pp. 23-39. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(00\)00190-8](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(00)00190-8)
- Melišová, M., Illmann, G., Andersen, I.L., Vasdal, G. and Haman, J., 2011. Can sow pre-lying communication or good piglet condition prevent piglets from getting crushed? *Applied Animal Behaviour Science*, 134, pp. 121-129. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2011.06.015>
- Mellor, D.J., 2016. Updating Animal Welfare Thinking: Moving beyond the “Five Freedoms” towards “A Life Worth Living”. *Animals*, 6, pp. 21. <https://doi.org/10.3390/ani6030021>
- Mendes, J.P., Caldara, F.R., De Castro Burbarelli, M.F., Valentim, J.K., De Brito Mandu, D.F., Garcia, R.G., Paz, I.C.D.L.A., Odakura, A.M. and Da Silva, M.I.L., 2024. Behavior of sows exposed to auditory enrichment in mixed or collective housing systems. *Journal of Veterinary Behavior*, 73, pp. 75-84. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2024.04.001>
- Merlot, E., Meunier-Salaün, M.-C., Peuteman, B., Père, M.-C., Louveau, I., Perruchot, M.-H., Prunier, A., Gardan-Salmon, D., Gondret, F. and Quesnel, H., 2022. Improving maternal welfare during gestation has positive outcomes on neonatal survival and modulates offspring immune response in pigs. *Physiology Behavior*, 249, pp. 113751. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2022.113751>
- Moustsen, V., Lahrmann, H. and Deaith, R., 2011. Relationship between size and age of modern hyper-prolific crossbred sows. *Livestock Science*, 141, pp. 272-275. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2011.06.008>
- Newberry, R. and Wood-Gush, D., 1985. The Suckling Behaviour of Domestic Pigs in a Semi-Natural Environment *Journal Behaviour*, 95, pp. 11-25. <https://doi.org/10.1163/156853985X00028>
- Ninomiya, S., 2019. Grooming device effects on behaviour and welfare of Japanese black fattening cattle. *Animals*, 9, pp. 186. <https://doi.org/10.3390/ani9040186>
- Oecd. 2023. *Meat consumption* [Online]. Available: <https://www.oecd.org/en/data/indicators/meat-consumption.html> [Accessed octubre 2024 2024].
- OECD/FAO 2023. *OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2023-2032*.
- Oesterwind, S., Nürnberg, G., Puppe, B. and Langbein, J., 2016. Impact of structural and cognitive enrichment on the learning performance, behavior and physiology of dwarf goats (*Capra aegagrus hircus*). *Applied Animal Behaviour Science*, 177, pp. 34-41. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2016.01.006>
- Oostindjer, M., Van Den Brand, H., Kemp, B. and Bolhuis, J.E., 2011. Effects of environmental enrichment and loose housing of lactating sows on piglet behaviour before and after weaning. *Applied Animal Behaviour Science*, 134, pp. 31-41. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2011.06.011>
- Pan, L., Nian, H., Zhang, R., Liu, H., Li, C., Wei, H., Yi, R., Li, J., Li, X. and Bao, J., 2022. Stereotypic behaviors are associated with physiology and immunity differences in long-term confined sows. *Physiology Behavior*, 249, pp. 113776. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2022.113776>
- Paredes-Ramos, P., Manzo, J. and Coria-Avila, G.A., 2014. Home-made device improves the behavior of group housed dogs. *Revista Neurobiología*, 5, pp. <https://eneurobiologia.uv.mx/index.php/eneurobiologia/article/view/2591>
- Pedersen, L.J. 2018. Chapter 1 - Overview of commercial pig production systems and their main welfare challenges. In: Špinka, M. (ed.) *Advances in Pig Welfare*. Woodhead Publishing.

- Peterson, N.C., Nunamaker, E.A. and Turner, P.V., 2017. To treat or not to treat: the effects of pain on experimental parameters. *Comparative Medicine*, 67, pp. 469-482. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5713161/>
- Read, E., Baxter, E., Farish, M. and D'eath, R., 2020. Trough half empty: pregnant sows are fed under half of their ad libitum intake. *Animal Welfare*, 29, pp. 151-162. <https://doi.org/10.7120/09627286.29.2.151>
- Rocha, V.M., Rapola, M.C., Fernandez, D.M. and Conti, C.M., 2023. Aspectos relevantes del confinamiento sobre el bienestar de las cerdas reproductoras. *Agronomía & Ambiente*, 43, pp. <http://agronomiayambiente.agro.uba.ar/index.php/AyA/article/view/235>
- Schild, S.-L.A. and Rørvang, M.V., 2023. Pig olfaction: the potential impact and use of odors in commercial pig husbandry. *Frontiers in Animal Science*, 4, pp. 1215206. <https://doi.org/10.3389/fanim.2023.1215206>
- Smith, K.C. and Pierdon, M.K., 2024. Utilization of enrichment objects by growing pigs in a commercial facility and the impact on behavior and skin lesions. *Applied Animal Behaviour Science*, 272, pp. 106181. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2024.106181>
- Studnitz, M., Jensen, M.B. and Pedersen, L.J., 2007. Why do pigs root and in what will they root?: A review on the exploratory behaviour of pigs in relation to environmental enrichment. *Applied Animal Behaviour Science*, 107, pp. 183-197. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2006.11.013>
- Tatemoto, P., Bernardino, T., Alves, L., De Oliveira Souza, A.C., Palme, R. and Zanella, A.J., 2019. Environmental enrichment for pregnant sows modulates HPA-axis and behavior in the offspring. *Applied Animal Behaviour Science*, 220, pp. 104854. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2019.104854>
- Thomsson, O., Bergqvist, A.-S., Sjunnesson, Y., Eliasson-Selling, L., Lundeheim, N. and Magnusson, U., 2015. Aggression and cortisol levels in three different group housing routines for lactating sows. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 57, pp. 9. <https://doi.org/10.1186/s13028-015-0101-7>
- Van De Weerd, H.A. and Day, J.E.J., 2009. A review of environmental enrichment for pigs housed in intensive housing systems. *Applied Animal Behaviour Science*, 116, pp. 1-20. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2008.08.001>
- Veit, C., Traulsen, I., Hasler, M., Tölle, K.-H., Burfeind, O., Grosse Beilage, E. and Krieter, J., 2016. Influence of raw material on the occurrence of tail-biting in undocked pigs. *Livestock Science*, 191, pp. 125-131. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2016.07.009>
- Wang, R., Hausknecht, K.A., Haj-Dahmane, S., Shen, R.-Y. and Richards, J.B., 2018. Decreased environmental complexity during development impairs habituation of reinforcer effectiveness of sensory stimuli. *Behavioural Brain Research*, 337, pp. 53-60. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2017.09.032>
- Weary, D.M., Braithwaite, L.A. and Fraser, D., 1998. Vocal response to pain in piglets. *Applied Animal Behaviour Science*, 56, pp. 161-172. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(97\)00092-0](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(97)00092-0)
- Weary, D.M. and Fraser, D., 1995. Calling by domestic piglets: reliable signals of need? *Animal Behaviour*, 50, pp. 1047-1055. [https://doi.org/10.1016/0003-3472\(95\)80105-7](https://doi.org/10.1016/0003-3472(95)80105-7)
- Wechsler, B., 2007. Normal behaviour as a basis for animal welfare assessment. *Animal Welfare*, 16, pp. 107-110. <https://doi.org/10.1017/S0962728600031110>
- Yang, C.-H., Ko, H.-L., Salazar, L.C., Llonch, L., Manteca, X., Camerlink, I. and Llonch, P., 2018. Pre-weaning environmental enrichment increases piglets' object play behaviour on a large scale commercial pig farm. *Applied Animal Behaviour Science*, 202, pp. 7-12. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2018.02.004>
- Young, R.J. 2013. *Environmental enrichment for captive animals*, John Wiley & Sons.
- Yun, J., Swan, K., Vienola, K., Kim, Y., Oliviero, C., Peltoniemi, O. and Valros, A., 2014. Farrowing environment has an impact on sow metabolic status and piglet colostrum intake in early lactation. *Livestock Science*, 163, pp. 120-125. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2014.02.014>